ANMÅRKNINGAR

ANGÅENDE

THERMOMETRARS FÖRFÄRDIGANDE

OCH

BRUK.

MED PHILOSOPHISKA FACULTETENS VID KEJSERL. UNIVERSITETET I ÅBO BIFALL,

UNDER INSEENDE

AF

MAG. GUST. GABR. HÄLLSTRÖM,

Riddare af Kejserl. S:t Wladimirs Ordens 4:de Class, Physices Professor, Ledamot af Kongl. Vetenskaps Academien i Stockholm, och Honorär Ledamot af Kejserl. Pharmaceutiska Sällskapet i S:t Petersburg,

FÖR LAGERN

TILL ALLMÄN OMPRÖFNING UTGIFNE

AF

EDUARD BERGENHEIM,

Österbottning.

TILLÄGG TILL SEDNARE DELEN.

I Juridiska Lårosalen d. 25 Junii 1823,

På vanlig tid f. m.

Tryckt hos J. C. FRENCKELL & SON.

55.

Uti frågan att uppgöra corrections-tabell för en redan färdig Thermometer är i det föregående förutſatt, både att indelningen i grader å detta Inſtrument, ſå ofta det är fyldt med qvickſilfver, är jemn, ſå att affſtåndet mellan hvarje grad-linie öfverallt är lika, och att, om någon ojemnhet i röret finnes, den är ſådan, att röret kan anſes invändigt vara ifrån ena ändan till den andra jemnt coniſkt. Men då man med uppmärkſamhet granſkar desſa omſtändigheter, finner man ej ſällan vid dem ſådane afvikelſer, att man nödgas antingen förkaſta de fleſte Thermometrar, eller ock vara omtänkt att kunna corrigera deras ſå väl graderings ſom caliber-fel. Följande method, hvarigenom begge desſa correctioner på en gång tjenligen kunna ernås, framſtälles derföre till ſakkännares granſkning, i förmodan att den kan förtjena någon uppmärkſamhet hos dem, ſom ofta nyttja i fråga varande Inſtrument, och uti deſs visning fordra ſäkerhet, ſärdeles ſom detta ſätt att upptäcka de nödiga correctionerna i ſin användning finnes lika ſå lätt, ſom det i ſin grund är enkelt. Deſs pålitlighet beror af ſäkerheten att kunna ſkatta ſtorleken af de graddelar, ſom ändan af en i röret varande flyttbar qvickſilfver-column viſar öfver eller under ett gifvet delnings-ſtreck på gradſkifvan, hvartill man genom öfning kan förvärfva behöflig färdighet.

Sedan man förſäkrat ſig om rätta läget af graderne för vattnets frysnings och koknings varme, eller ock af tvenne andra grader, i händelſe de förenämnde ej finnas, åtſkiljes ett ſtycke af qvickſilfret i röret från den öfriga qvickſilfvermaſſan, genom partiel värmning deraf. Detta kan ock oftaſt ſålunda utan värmning åſtadkommas, att man efter ſkedd omſtjelpning af Thermometern, hvilken bör vara väl luftiom, låter qvickſilfret falla ifrån kulan i röret, och att man ifrån denna ſtällning haſtigt åter vänder kulan neråt, då den prick, ſom vanligen i kulan är ſynbar på det ſtälle derifrån qvickſiilfret i förra omvända ſtällningen var utfallet, blir flyttad till gränſen emellan kulan och röret, der den vid näſta omſtjelpning gör att qvickſilfret åtſkiljes ifrån den i kulan varande maſſan. Detta åtſkiljande förorſakas, ſåſom bekant är, af en liten luftbläddra, hvilken ej upptager rörets hela vidd, utan fäſter ſig på ena ſidan, och ſålunda tillåter qvickſilfret att under värmning eller afkylning löpa den förbi. Deraf begagnar man ſig till i fråga varande behof ſålunda, att röret omſtjelpes, på det qvickſilfret må åtſkiljas, hvarefter kulan värmes, då luftbläddran deraf ſkjutes längre fram i röret. Sedan ſtälles Thermometern åter rättſtående, då man genom kulans afkylande får, åtminſtone genom flera upprepade ſådana omvändningar, värmningar och afkylningar, qvickſilfret att löpa förbi bläddran till den längd man behagar, hvarefter man åter till ſitt mätningsbehof omſtjelper Thermometern, och har ſålunda en tjenlig längd afſkildt qvickſilfver. Sedan man begagnat en ſådan afſkild längd, betjenar man ſig ännu af ſamma i röret varande luftbläddra till erhållande af en annan längd, och en tredje om man ſer ſig behöfva den. Dervid bör förſt en ſådan längd för det afſkilda qvickſilfret väljas, att den närmaſt utgör någon jemn del af afſtåndet mellan de tvenne gifna graderna, t. ex. $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{10}$, och hälſt ſå att, då detta ſtycke genom ſkakning eller ſmå ſlag på Thermometern uti röret framflyttas, det öfriga qvickſilfret ej hinner upp till den lägre af de gifna graderna. Om ock något briſter i den ytterſta noggrannhet uti det afſkilda qvickſilfrets önſkade längd, behöfver man dock

till

till defs rättande ej använda färfkild möda, emedan man i alla fall, få ofta ojemnhet i röret och fel i graderingen fig förete, är i behof att efter ögonmått fkatta öfverfkottet eller briften öfver eller under jemn grad.

Om de tvenne kända graderna betecknas med a och m, och afftåndet mellan dem, mätt med grader på fkalan, är $= G$, om vid b, c, d, &c. äro grader fom utmärka fådana jemna delar af afftåndet mellan a och m, fom det affkilda qvickfilfrets längd närmaft mäter, om famma qvickfilfvers okända längd, fom det ftälldt med ena ändan jemnt vid a uti röret upptager, är $= x$, och om antalet af grader mellan a och b betecknas med $(a.b)$, mellan b och c med $(b.c)$, mellan c och d med $(c.d)$, o. f. v., famt om längden x öfverfkjuter längden $(a.b)$ med r_1, $(b.c)$ med r_2, $(c.d)$ med r_3, få finner man värden af r_1, r_2, r_3, o. f. v., om den affkilda qvickfilfver-columnen ftälles med ena ändan förft på a, då defs andra ända vid b vifar r_1, fedan på b för att vid c finna r_2, derpå på c för att vid d finna r_3, o. f. v. Om då n är antalet af delarne $(a.b)$, $(b.c)$, - - - $(l.m)$, få att enligt grad-numrorna är $(a.b) = (b.c) = (c.d) = \cdots = (l.m) = \frac{1}{n}(a.m) = \frac{1}{n}.G$, famt man befinnar att $(a.b) + (b.c) + (c.d) \cdots + (l.m) = (a.m) = G$; få finnes

$$x = (a.b) + r_1$$
$$x = (b.c) + r_2$$
$$x = (c.d) + r_3$$
$$- - - - -$$
$$x = (l.m) + r_n,$$

och då desfa equationer fammanflås, blir

$$xn = G + r_1 + r_2 + r_3 \cdots + r_n,$$

famt
$$x = \frac{1}{n}(G + r_1 + r_2 + r_3 \cdots + r_n).$$

Sedan

Sedan x sålunda är funnen, gifva förestående equationer, med substitution af detta x, följande sökta värden:

$$(a.b) = x - r_1$$
$$(b.c) = x - r_2$$
$$(c.d = x - r_3$$
$$- \quad - \quad - \quad - \quad -$$
$$(l.m) = x - r_n$$

Sålunda finnes rätta värdet af graderings-linien

vid b vara $= x - r_1 = a + (a.b)$,

c - - $= 2x - r_1 - r_2 = a + (a.b) + (b.c) = b + (b.c)$,

d - - $= 3x - r_1 - r_2 - r_3 = a + (a.b) + (b.c) + (c.d)$
$= c + (c.d)$, o. s. v.

Vanligen upptager x flera graders längd, hvarföre på detta sätt efter första mätningen endast hvarje n:te grad blir bestämd. För att finna värden äfven af de öfrige, måste ett annat stycke qvicksilfver åtskiljas, hvarförinnan dock, och förr än x med det öfriga qvicksilfret åter förenas, det är tjenligt att dermed mäta alla afdelningar på hela Skalan, sålunda nemligen att man, begynnande ifrån a, framåt m mäter

$$x = (\overline{a+1}.\overline{b+1}) + (r)_1$$
$$x = (\overline{a+2}.\overline{b+2}) + (r)_2$$
$$x = (\overline{a+3}.\overline{b+3}) + (r)_3$$
$$- \quad - \quad - \quad - \quad - \quad -$$
$$x = (\overline{b+1}.\overline{c+1}) + [r]_1$$
$$x = (\overline{b+2}.\overline{c+2}) + [r]_2$$
$$x = (\overline{b+3}.\overline{c+3}) + [r]_3$$
$$- \quad - \quad - \quad - \quad - \quad -$$

o. s. v. ända till m,

af hvilka bestämmelser man sedermera kommer att sig begagna.

Der-

Derefter åtſkiljer man till de öfriga gradernas beſtämmande en annan qvicksilfver-längd $= y$, hvilken ſå bör väljas, att man ibland de redan med tillhjelp af x beſtämda graderna finner någon, hvars hela nummer är en jemn mångfald af antalet hela grader uti y. Om en ſådan nummer vore m_1, hvaraf antalet hela grader ut y är $\frac{1}{n_1}$, ſå begagnas y med affeende på m_1 på ſamma ſätt ſom x förut begagnades i affeende på m, då man finner beſtämda corrigerade värdet af y. Det är ock ledande till ändamålets ſnarare vinnande, om y tillika väljes ſådan, att deſs hela gradtal utgör ett ſådant primtal till hela graderna för x, att man endaſt med tillhjelp af deſsa tvenne värden x och y kan finna alla de öfrige ännu obeſtämda gradernas corrigerade värde, hvilket genom öfvervägande af hvart ſärſkildt fall lätteligen ernås. Om t. ex. enligt graderingen är $x = 10$ och $y = 9$, ſamt graderingen går till 100 och derutöfver, ſå kunna alla grader med deſsa tvenne värden corrigeras; äfven ſå om $x = 10$ och $y = 7$; men om $x = 10$ och $y = 5$, finnes endaſt hvarje femte, och med $x = 10$ och $y = 6$ endaſt hvarannan grads correction. Sedan ſkickligt val är gjordt, behöfver man i detta affeende endaſt ifrån någon af de redan kända graderna mäta med x eller y åt de ännu ocorrigerade, och det fram och tillbaka efter behof; och på det man ſå väl dervid må kunna förfara obehindradt efter önſkan, ſom ock, då ſå äſkas, erhålla flera corrigerade värden af ſamma grad, hvaraf medelvärdet tages, ſå är tjenligt att äfven med längden y mäta alla afdelningar, ſåſom det redan ofvanföre med x föreſlogs, i affeende hvarpå bör anmärkas, att man ſtraxt i början låter det afſkilda qvickſilfret uppgå ſå högt i röret ſom behöfligt är, hvarifrån man ſedan neråt verkſtäller mätningen, och ſålunda är förviſſad att under hela denna förrättning bibehålla ſamma afſkilda qvickſilfver-maſsa, hvilken eljeſt vid deſs flyttning åt öfre ändan ofta ökes eller minſkas af qvickſilfver, ſom ifrån kulan

lan då utrinner. Ett par exempel ſkola tillräckeligen upplyſa detta.

En ifrån Herr Prof. *Böckers* tillverknings-fabrik här i Åbo utan val tagen Thermometer med Reaumurs Skala, hvars 0° och + 80° voro efter naturen beſtämda, och hvars hvarje femte grad man ville underſöka, gaf förſt

$$x = (\ 0.20),$$
$$x = (20.40) + 0{,}2,$$
$$x = (40.60) + 0{,}3,$$
$$x = (60.80) + 0{,}2,$$

ſåledes $4x = 80 + 0{,}7$, hvaraf $x = 20{,}175$.

Alltſå blir $(\ 0.20) = 20{,}175$,
$(20.40) = 20{,}175 - 0{,}2 = 19{,}975$,
$(40.60) = 20{,}175 - 0{,}3 = 19{,}875$,
$(60.80) = 20{,}175 - 0{,}2 = 19{,}975$,

hvaraf genom desſas ſammanſtående fanns att

vid + 20° bör ſtå + 20°,175 - - = 20°,175
40 - - 20,175 + 19,975 = 40,150
60 - - 40,150 + 19,875 = 60,025
80 - - 60,025 + 19,975 = 80,000

Derefter frånſkildes längden y, och befanns

$$y = (\ 0.15) - 0{,}45,$$
$$y = (15.30) - 0{,}10,$$
$$y = (30.45) - 0{,}20,$$
$$y = (45.60) - 0{,}25,$$

ſåledes $4y = (\ 0.60) - 1{,}00$.

Men näſt förut fanns $(0.60) = 60{,}025$, hvarföre $4\,y = 60{,}025 - 1 = 59{,}025$, och $y = 14°{,}756$.

Således är $(\ 0.15) = 14{,}756 + 0{,}45 = 15{,}206$,
$(15.30) = 14{,}756 + 0{,}10 = 14{,}856$,
$(30.45) = 14{,}756 + 0{,}20 = 14{,}956$,
$(45.60) = 14{,}756 + 0{,}25 = 15{,}006$;

hvar-

hvarföre vid + 15° bör stå - - - - - - = 15,206,
30 - - - 15,206 + 14,856 = 30,062,
45 - - - 30,062 + 14,956 = 45,018,
60 - - - 45,018 + 15,006 = 60,024.

Med samma *y* observerades dessutom följande:

y = (0.15)	— 0,45,	hvaraf (0.15)	= 15,206,
(5.20)	— 0,25,	(5.20)	= 15,006,
(10.25)	— 0,20,	(10.25)	= 14,956,
(15.30)	— 0,10,	(15.30)	= 14,856,
(20.35)	— 0,20,	(20.35)	= 14,956,
(25.40)	— 0,25,	(25.40)	= 15,006,
(30.45)	— 0,20,	(30.45)	= 14,956,
(35.50)	— 0,15,	(35.50)	= 14,906,
(40.55),		(40.55)	= 14,756,
(45.60)	— 0,25,	(45.60)	= 15,006,
(50.65)	— 0,30,	(50.65)	= 15,056,
(55.70)	— 0,35,	(55.70)	= 15,106,
(60.75)	— 0,10,	(60.75)	= 14,856,
(65.80)	— 0,20,	(65.80)	= 14,956.

Deraf uppkommer följande Jemförelse-Tabell:

Thermometern visar:		bör visa:
0°	- -	0°
5	- -	5,144 (*y*.20)
10	- -	10,188 (*y*.25)
15	- -	15,206 (*y*.0)
20	- -	20,175 (*x*.0) = 20,126 (*y*.35) = 20,15 (medium).
25	- -	25,144 (*y*.40)
30	- -	30,062 (*y*.15)
35	- -	35,082 (*y*.50) = 35,106 (*y*.20) = 35,094 (med.)
40	- -	40,150 (*x*.20)
45	- -	45,018 (*y*.30)

50	- -	49,988 (y.65) = 50,012 (y.35) = 50,000 (med.)
55	- -	54,906 (y.40)
60	- -	60,025 (x.40) = 60,024 (y.45)
65	- -	65,044 (y.80) = 65,056 (y.50) = 65,050 (med.)
70	- -	70,012 (y.55)
75	- -	74,881 (y.60)
80	- -	80,000,

hvarest (*x*) och (*y*) betyda att vidstående värden äro funna omedelbarligen med tillhjelp af *x* och *y*, samt (*y*.20), (*y*.25), o. s. v. beteckna att man begagnat värdet *y* ifrån 20 eller ifrån 25, o. s. v. — De värden, som ifrån tvenne håll kunnat bestämmas, controllera hvarandra, och visa att olikheterne ej uppgå till 0,°05, hvaraf man synes vara berättigad att sluta, det de corrigerade värden äro säkra på $\frac{1}{10}$ grad, hvilket är fullt så noga man med ansträngning kan se, så vida dessa grader utgöra endast nära $\frac{1}{2}$ decimal-linie, och 0,°1 således är endast $\frac{1}{20}$ linie. Till beröm för tillverkningen af denna Thermometer förtjenar anföras, att graderne derå äro växande uppåt; man har således vid arbetet märkt röret uppåt vara smalare, och den correction som derföre blef nödig, hvilka för 10° lägst och öfverst utgör omkring $\frac{1}{4}$ grad, har man så nära träffat som förestående jemförelse visar.

På en af *Fr. Cetti* i Stockholm gjord Thermometer, uppgifven såsom säker normal, graderad ända till 355° Celsii, således gående betydligt öfver qvicksilfvers kokpunkt, och luft-tom ända derutöfver, mättes följande till ernående af correction för hvar femte grad:

x = (-10.10) — 0,4		y = (0.25) + 0,2	
(- 5.15) — 0,3		(5.30) + 0,4	
(0.20) — 0,2		(10.35) + 0,3	
(5.25) — 0,2		(15.40) + 0,5	
(10.30) — 0,3		(20.45) + 0,4	
(15.35) — 0,1		(25.50) + 0,5	

(20.40)

$$
\begin{array}{llll}
x = (20.40) - 0,1 & & y = & (30.55) + 0,6 \\
(25.45) & & & (35.60) + 0,6 \\
(30.50) - 0,1 & & & (40.65) + 0,6 \\
(35.55) - 0,1 & & & (45.70) + 0,6 \\
(40.60) & & & (50.75) + 0,7 \\
(45.65) - 0,05 & & & (55.80) + 0,6 \\
(50.70) + 0,05 & & & (60.85) + 0,7 \\
(55.75) & & & (65.90) + 0,9 \\
(60.80) & & & (70.95) + 0,9 \\
(65.85) + 0,05 & & & (75.100) + 1,0 \\
(70.90) + 0,1 & & & (85.110) + 1,2 \\
(75.95) + 0,2 & & & (95.120) + 1,1 \\
(80.100) + 0,2 & & & (105.130) + 1,1
\end{array}
$$

Häraf blir

$$
\begin{array}{ll}
x = (\ 0.20) - 0,2 & y = (\ 0.25) + 0,2 \\
x = (20.40) - 0,1 & y = (25.50) + 0,5 \\
x = (40.60) & y = (50.75) + 0,7 \\
x = (60.80) & y = (75.100) + 1,0 \\
x = (80.100) + 0,2 & \\
\hline
5x = 100 - 0,1, & 4y = 100 + 2,4, \\
x = 19,98; & y = 25,6;
\end{array}
$$

Hvaraf följande jemförelse-tabell uppkommer:

Thermometern

visar:	bör visa:			
0° - -	0°			
5 - -	5,22	(x.25) = 5,22	(y.30) = 5,22	(medium)
10 - -	10,14	(x.30) = 10,14	(y.35) = 10,14	
15 - -	15,36	(x.35) = 15,36	(y.40) = 15,36	
20 - -	20,18	(x. 0) = 20,18	(y.45) = 20,18	
25 - -	25,40	(x. 5) = 25,40	(y. 0) = 25,40	
30 - -	30,42	(x.10) = 30,42	(y. 5) = 30,42	
35 - -	35,44	(x.15) = 35,44	(y.10) = 35,44	
40 - -	40,26	(x.20) = 40,46	(y.15) = 40,36	
45 - -	45,38	(x.25) = 45,38	(y.20) = 45,38	

50 - -	50,50 (x.30) =	50,50 (y.25) =	50,50
55 - -	55,52 (x.35) =	55,42 (y.30) =	55,47
60 - -	60,24 (x.40) =	60,44 (y.35) =	60,34
65 - -	65,41 (x.45) =	65,46 (y.40) =	65,43
70 - -	70,43 (x.50) =	70,38 (y.45) =	70,40
75 - -	75,50 (x.55) =	75,40 (y.50) =	75,45
80 - -	80,22 (x.60) =	80,42 (y.55) =	80,32
85 - -	85,34 (x.65) =	85,34 (y.60) =	85,34
90 - -	90,31 (x.70) =	90,16 (y.65) =	90,23
95 - -	95,28 (x.75) =	95,08 (y.70) =	95,18
100 - -	100.		

Till ytterligare upplysning må anföras, att man efter skedda mätningar och beräkningar funnit:

120 - -	119,63 (x.100) =	119,68 (y. 95) =	119,65
140 - -	138,93 (x.120) =	138,93 (y. 90) =	138,93
160 - -	157,91 (x.140) =	158,01 (y.110) =	157,96
180 - -	176,94 (x.160) =	176,88 (y.130) =	176,91
200 - -	195,89 (x.180) =	195,68 (y.150) =	195,78
220 - -	214,76 (x.200) =	214,50 (y.170) =	214,63
240 - -	233,61 (x.220) =	233,45 (y.190) =	233,53
260 - -	252,66 (x.240) =	252,64 (y.210) =	252,65
280 - -	272,03 (x.260) =	271,71 (y.230) =	271,87
300 - -	291,01 (x.280) =	290,79 (y.250) =	290,90
320 - -	310,19 (x.300) =	309,77 (y.270) =	309,98
340 - -	329,06 (x.320) =	328,64 (y.290) =	328,85
350 - -	338,57 (x.330) =	338,40 (y.300) =	338,48.

Häraf synes tillräckligen, huru litet denna Thermometer utan anbringad correction förtjenar att användas såsom Normal. Den är graderad jemnt öfverallt, ehuru äfven graderings fel ej äro svåra att upptäcka; men hufvudsakliga felet ligger uti caliberns ojemnhet. Att de begge sig inbördes controllerande corrigerade värden här stundom något mer skilja sig ifrån hvarandra, bör

bör ej förefalla oväntadt, när man befinnar att hvarje hel grad ej är ftörre än $\frac{1}{5}$ dec. linie, och således $0^{\circ},1$ endaft $\frac{1}{50}$ linie. Med begagnande af de funna medelvärden kunde man, om så behöfdes, komma till ännu ftörre noggranhet uti flutbeftämmelfen.

Om äfven graderings nummern vid någondera af de tvenne primitift kända graderna fkulle befinnas behöfva någon correction, så är af det anförda lätt att infe, huru affeende derå vid de öfrige gradernes beftämmande bör hafvas. Man behöfver endaft, uti formlerne, för *a* och *m* begagna deras corrigerade värden (*a*) och (*m*), och de öfrige beftämmelferne rätta fig derefter. Sålunda kan man ock för famma Thermometer lätteligen uppgöra fig corrections-tabeller efter färfkilda Barometer-höjder, hvarvid man endaft begagnar de för desfa Barometer-höjder gällande gradtal af vatten-kokpunkten eller af *m*; och man fkall genom användande af denna corrigerings method tvinga äfven den ofullkomligafte qvickfilfver-thermometer, allenaft den är lufttom, att gifva fulkomligt pålitliga uppgifter.